

# Transferts d'énergie en électricité

## I- Grandeurs électriques

### 1) Intensité d'un courant électrique

Un courant électrique est dû à un déplacement « organisé » de charges électriques (les électrons libres dans les conducteurs métalliques et les ions dans les solutions ioniques). Pour qu'un courant électrique passe dans un circuit, il faut que celui-ci comporte un générateur est que le circuit soit fermé.

L'intensité du courant se mesure avec un ampèremètre, branché en série dans la portion du circuit dont on veut mesurer l'intensité. Le courant doit entrer dans l'ampèremètre par la borne A ou mA et sortir par la borne COM. L'intensité s'exprime en ampères de symbole A.



Par convention, le courant électrique va de la borne positive vers la borne négative, à l'extérieur du générateur.

### 2) Tension électrique

La tension électrique  $U_{AB}$  entre deux points d'un circuit est la différence de potentiel électrique entre ces deux points :  $U_{AB} = V_A - V_B$

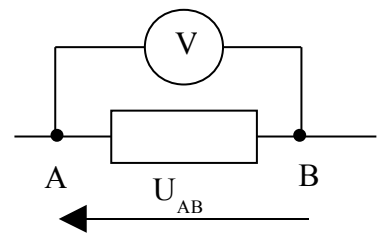
On représente une tension par une flèche dont la pointe indique le premier indice de la tension et l'origine le deuxième indice.

La tension  $U_{AB}$  se mesure avec un voltmètre, branché en dérivation entre les points A et B, la borne V étant reliée au point A et la borne COM au point B.

La tension est une grandeur algébrique :  $U_{BA} = V_B - V_A = -(V_A - V_B) = -U_{AB}$

La tension étant une différence de potentiel, on peut choisir un point M appelé « masse », dont le potentiel est choisi nul.

La tension d'un point A par rapport à M est :  $U_{AM} = V_A - V_M = V_A - 0 = V_A$  c'est son potentiel.



### 3) Puissance électrique

Pour rendre compte de l'énergie électrique reçue par un récepteur ou cédée par un générateur, il faut connaître la valeur de la tension entre ses bornes et la valeur de l'intensité du courant qui le traverse.

Il n'y a transfert d'énergie que si la portion de circuit considérée est soumise à une tension différente de zéro et est traversée par un courant dont l'intensité n'est pas nulle.

La puissance électrique P est donnée par le produit de la tension U et de l'intensité I sous lesquelles le dipôle fonctionne.

$$P = U \times I \quad \text{avec} \quad \begin{cases} P \text{ en watt} \\ U \text{ en volt} \\ I \text{ en ampère} \end{cases}$$

## II- Notion de récepteur

### 1) Définition

Un récepteur électrique est un appareil qui transforme l'énergie électrique reçue en d'autres formes d'énergie.

### 2) Exemples

✗ le conducteur ohmique

Lorsque le conducteur ohmique (ou résistance) est traversé par un courant, il convertit l'énergie électrique reçue en énergie sous forme thermique Q.

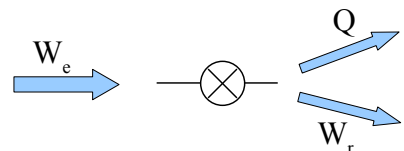
$$W_e = Q$$



✗ la lampe à incandescence

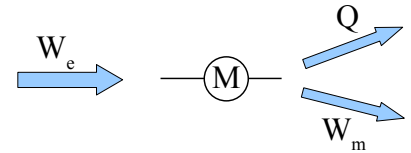
La lampe convertit de l'énergie électrique  $W_e$  en énergie de rayonnement  $W_r$  et dissipe une partie de l'énergie sous forme thermique Q.

$$W_e = W_r + Q$$



x le moteur

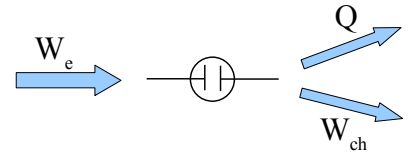
Le moteur convertit l'énergie électrique en travail mécanique  $W_m$  et dissipe une partie de l'énergie sous forme thermique  $Q$ .  $W_e = W_m + Q$



x l'électrolyseur

Lorsque le courant circule, les électrodes de l'électrolyseur sont le siège de dégagements gazeux d'autant plus abondants que la tension d'alimentation est grande.

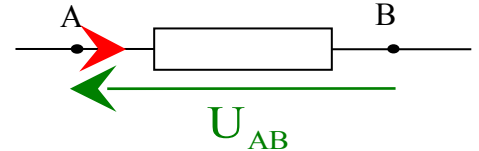
L'électrolyseur emmagasine une partie de l'énergie électrique en faisant varier l'énergie chimique  $W_{ch}$  du système et dissipe d'une partie de l'énergie sous forme thermique  $Q$ .  $W_e = W_{ch} + Q$



### 3) Energie électrique reçue

En convention récepteur, la tension aux bornes d'un appareil est celle dont la flèche est orientée en sens inverse du sens du courant qui traverse l'appareil.

Dans le cas ci-contre, la tension  $U_{AB}$  est positive si le courant circule de A vers B.



Pour qu'il y ait transfert d'énergie électrique à un récepteur, il faut que la tension aux bornes du récepteur et l'intensité qui le traverse soit simultanément non nulles.

L'énergie électrique  $W_e$  reçue par le récepteur entre les points A et B augmente avec la durée d'utilisation.

L'énergie électrique reçue par un récepteur pendant l'intervalle  $\Delta t$  est :

$$W_e = U_{AB} I \Delta t \quad \text{avec } W_e \text{ en Joules (J), } U_{AB} \text{ en volts (V), } I \text{ en ampères (A) et } \Delta t \text{ en secondes.}$$

Comme  $P = U_{AB} I$ , on a  $P = \frac{W_e}{\Delta t}$  ou  $W_e = P \Delta t$  (Pour une même énergie  $W_e$ , la puissance d'un appareil permet d'évaluer la rapidité avec laquelle s'effectue le transfert thermique).

### III- Effet Joule

L'effet Joule est l'effet thermique associé au passage du courant dans un conducteur.

Un conducteur ohmique (ou « résistance ») est un dipôle électrique qui transforme intégralement l'énergie électrique reçue en « énergie thermique ».

La tension  $U_{AB}$  aux bornes d'un conducteur ohmique de résistance  $R$ , traversé de A vers B par un courant d'intensité  $I$  est donnée par la loi d'ohm :  $U_{AB} = R \cdot I$  avec  $R$  en ohms ( $\Omega$ )

L'inverse de la résistance est la conductance  $G$  en siemens (S) donc  $U_{AB} = I / G$ .

La puissance électrique reçue par un conducteur ohmique est  $P = U_{AB} \cdot I = R \cdot I^2 = U_{AB}^2 / R$

L'énergie électrique dissipée par effet joule est  $W_e = R \cdot I^2 \cdot \Delta t = U_{AB}^2 / R \cdot \Delta t$

L'effet Joule se manifeste dans tous les récepteurs parcourus par un courant électrique.

Puissance dissipée par effet Joule :  $P_J = R \cdot I^2$

Énergie dissipée par effet Joule ou loi de Joule :  $W_e = Q_J = R \cdot I^2 \cdot \Delta t$

Applications : l'effet Joule est utilisé dans tous les appareils dont la fonction est de produire un transfert thermique (appareils de chauffage, lampes à incandescence...)

Inconvénients : Lorsque le transfert thermique n'est pas recherché, l'effet Joule provoque des pertes d'énergies (fonctionnement de tout appareils électriques, transport de l'électricité...)

## IV- Transfert d'énergie au niveau d'un générateur

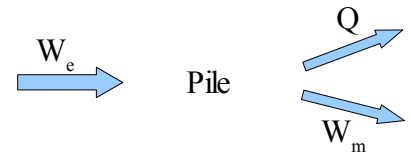
### 1) Définition

Un générateur électrique est un dispositif qui transforme de l'énergie mécanique, chimique ou autre en énergie électrique.

### 2) Exemples

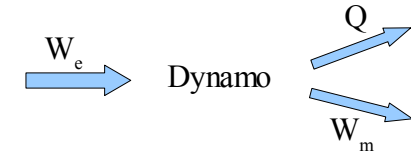
✕ la pile électrochimique (pile)

La pile électrochimique consomme de l'énergie chimique pour la convertir en énergie électrique et en dissipe une partie sous forme thermique.  $W_{ch} = W_e + Q$



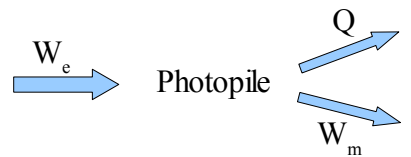
✕ la génératrice de bicyclette (ou dynamo)

La génératrice de bicyclette reçoit de l'énergie mécanique qu'elle convertit en énergie électrique et en dissipe une partie sous forme thermique.  $W_m = W_e + Q$



✕ la photopile

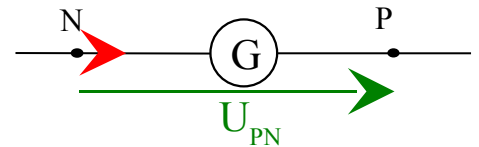
La photopile reçoit de l'énergie rayonnante qu'elle convertit en énergie électrique, en dissipe une partie sous forme thermique et en réfléchit ou en diffuse une partie.  $R = W_e + Q + R'$



### 3) Energie électrique fournie au circuit

En convention générateur, la tension aux bornes d'un appareil est celle dont la flèche est orientée dans le même sens que celle du courant qui traverse l'appareil.

Dans le cas ci-contre, la tension  $U_{PN}$  est positive si le courant circule de N vers P (dans le générateur).



L'énergie électrique transférée du générateur au reste du circuit pendant l'intervalle  $\Delta t$  est :

$$W_e = U_{PN} I \Delta t \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} W_e \text{ en Joules (J)} \\ U_{PN} \text{ en volts (V)} \\ I \text{ en ampères (A)} \\ \Delta t \text{ en secondes.} \end{array}$$

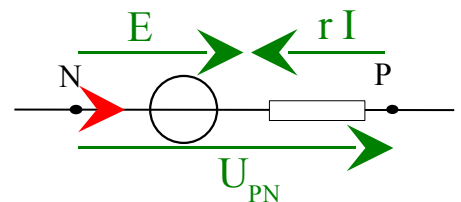
La puissance électrique fournie par le générateur au reste du circuit est  $P = U_{PN} I$ .

## V- Bilan d'énergie

### 1) Cas d'un générateur

✕ Loi de fonctionnement d'un générateur :

$$U_{PN} = E - r \cdot I \quad \text{avec} \quad \begin{cases} U_{PN} \text{ tension aux bornes du générateur en V} \\ E \text{ force électromotrice (fem) en V} \\ r \text{ résistance interne en } \Omega \end{cases}$$



✕ Bilan de puissance :

$$U_{PN} = E - r \cdot I \Rightarrow U_{PN} \cdot I = E \cdot I - r \cdot I^2$$

Donc :  $P_{fournie} = P_{transformée} - P_J$

✕ Bilan d'énergie :

$$U_{PN} = E - r \cdot I \Rightarrow U_{PN} \cdot I \cdot \Delta t = E \cdot I \cdot \Delta t - r \cdot I^2 \cdot \Delta t$$

Donc :  $W_{e,fournie} = P_{transformée} \cdot \Delta t - Q$

$U_{PN} \cdot I \cdot \Delta t$  est l'énergie électrique fournie au circuit par le générateur

$r \cdot I^2 \cdot \Delta t$  est l'énergie dissipée par effet Joule.

$E \cdot I \cdot \Delta t$  est l'énergie mécanique ou chimique consommée par le générateur pour produire l'énergie électrique

✕ rendement

Le rendement d'un générateur est le rapport de l'énergie électrique fournie au générateur par l'énergie mécanique ou chimique transformée.

$$\eta = \frac{W_{e,\text{fournie}}}{W_{\text{transformée}}} = \frac{P_e}{P_{m \text{ ou ch}}}$$

## 2) Cas d'un récepteur

✕ Loi de fonctionnement d'un récepteur (électrolyseur ou moteur) :

$$U_{PN} = E + r \cdot I \quad \text{avec} \quad \begin{cases} U_{PN} & \text{tension aux bornes de l'électrolyseur en V} \\ E & \text{force électromotrice (fem) en V} \\ r & \text{résistance interne en } \Omega \end{cases}$$

✕ Bilan de puissance :

$$U_{PN} = E + r \cdot I \Rightarrow U_{PN} \cdot I = E \cdot I + r \cdot I^2$$

Donc :  $P_{\text{reçue}} = P_{\text{transformée}} + P_J$

✕ Bilan d'énergie :

$$U_{PN} = E + r \cdot I \Rightarrow U_{PN} \cdot I \cdot \Delta t = E \cdot I \cdot \Delta t + r \cdot I^2 \cdot \Delta t$$

Donc :  $W_{e,\text{reçue}} = W_{e,\text{transformée}} + Q$

$U_{PN} \cdot I \cdot \Delta t$  est l'énergie électrique reçue par le récepteur

$r \cdot I^2 \cdot \Delta t$  est l'énergie dissipée par effet Joule.

$E \cdot I \cdot \Delta t$  est l'énergie électrique transformée en énergie mécanique ou en énergie chimique par le moteur

✕ rendement

Le rendement d'un récepteur est le rapport de l'énergie électrique transformée par l'énergie électrique reçue.

$$\eta = \frac{W_{e,\text{transformée}}}{W_{\text{reçue}}} = \frac{P_{m \text{ ou ch}}}{P_e}$$